Die Herbstmilbe *Neotrombicula autumnalis* und andere parasitische Laufmilben (Acari, Trombiculidae) als Verursacher von Hauterkrankungen in Mitteleuropa

Helge KAMPEN

Denisia 6, zugleich Kataloge des OÖ. Landesmuseums, Neue Folge Nr. 184 (2002), 461-476

Abstract:

The harvest mite *Neotrombicula autumnalis* and other parasitic trombiculids (Acari, Trombiculidae) as the etiologic agents of dermatoses in Central Europe

For several years, but for unknown reasons, the harvest mite *Neotrombicula autumnalis* and related trombiculid species have increasingly become a nuisance in Central Europe. In the larval ('chigger') instar, these mites pass through a parasitic phase during which they cause tremendously itchy bites to man and other vertebrates while feeding on them. Despite the population's sometimes enormous suffering, research on this group of mites has been neglected for decades. Hence, our contemporary knowledge on the biology and ecology of the Trombiculidae is fragmentary only and requires furthear research. At present, neither can typical habitats be defined nor effective control measures recommended. In Asia the trombiculids have been known for a long time as vectors of Tsutsugamushi-disease (scrub typhus), a rickettsiosis of man. As far as Central Europe is concerned, they are not regarded as vectors of disease, but cannot be excluded as such, because systematic scientific studies are lacking.

Key words: Trombiculidae, trombidiose, *Neotrombicula autumnalis*, ectoparasites, ecology, life cycle, disease transmission.

1 Einleitung

Ihre Körpergröße steht in keinem Verhältnis zu den Folgen ihrer Stiche: die winzig kleinen Larven einiger parasitischer Vertreter der Laufmilben (zool.: Trombiculidae) befallen ihren Wirt von der Vegetation oder vom Boden aus, fügen ihm zwecks Nahrungsaufnahme Stiche zu und sind meist wieder verschwunden, wenn der Juckreiz einsetzt. Dieser ist i. d. R. außerordentlich heftig, geht einher mit papulösen Hautrötungen und kann bis zu zwei Wochen anhalten.

Die als Trombidiose oder Trombikulose bezeichnete und von den Trombikulidenlarven verursachte Dermatose ist eine typische Spätsommer-Erkrankung, die in ganz Europa verbreitet ist. Da das ätiologische Agens der Hautreaktionen selten gefunden oder erkannt wird, werden diese häufig fehlgedeutet und mit allergischen Reaktionen, Mücken- und Flohstichen oder gar Skabies erklärt.

Obwohl die Trombikuliden sich offenbar seit einigen Jahren signifikant ausbreiten und es lokal neuerdings vermehrt zu Massenauftreten kommt, sind seitens der Wissenschaft, der Gesundheitsbehörden und der pharmazeutischen Industrie wenig Anstrengungen unternommen worden, der Plage Herr zu werden. Ebenso wurde die Erforschung dieser Milben selbst seit etwa einem halben Jahrhundert kaum noch vorangetrieben, nicht zuletzt weil sie so delikat im Umgang sind und es bisher nicht gelungen ist, sie im Labor zu züchten.

Über die Ursachen für die drastische Häufung von Erkrankungsfällen durch die Trombikuliden in den letzten Jahren kann nur spekuliert werden. Eine Rolle spielen möglicherweise Klima- und Umweltveränderungen in Verbindung mit veränderten Freizeitgewohnheiten und dem zunehmendem ökologischen Bewusstsein in der Bevölkerung. Mildere Winter, naturnähere Gartengestaltung und weniger Einsatz von Chemikalien könnten die Entwicklung und Vermehrung der Trombikuliden begünstigt bzw. die Exposition ihnen gegenüber vergrößert haben.

So sind unsere heutigen Kenntnisse zur Biologie und Ökologie dieser Milben äußerst beschränkt und es ist nur ansatzweise möglich, ihre Lebensbedingungen oder typische Habitate zu definieren. Derzeit können weder verlässliche Empfehlungen zur Bekämpfung der Milben noch zum persönlichen Schutz gegeben werden.

2 Systematik

Nach Storch & Welsch (1997) werden die Laufmilben systematisch folgendermaßen eingeordnet:

Stamm: Arthropoda (Gliedertiere)
Überklasse: Chelicerata
Klasse: Arachnida (Spinnentiere)
Ordnung: Acari (Milben)
Unterordnung: Actinotrichida
Kohorte: Parasitengona
Überfamilie: Trombidioidea
Familie: Trombiculidae (Laufmilben)

In der Familiengruppe der Parasitengona sind Milbenfamilien zusammengefasst, die sich durch ihren komplexen Entwicklungszyklus mit inaktiven (calyptostatischen) Zwischenstadien, parasitären Larven und räuberisch lebenden Nymphen und Adulti auszeichnen. Die Trombikuliden darunter enthalten Arten, die an Wirbeltieren parasitieren. Diese Milbenfamilie ist mit ca. 3000 Spezies weltweit verbreitet (Brennan & Goff 1977). Zu

ihren Wirten gehören alle Klassen von terrestrisch lebenden Vertebraten (Säuger, Vögel, Amphibien, Reptilien), in Ausnahmefällen sogar andere Arthropoden (KEPKA 1965). Etwa 50 Trombikulidenarten sind als Verursacher der Trombidiose bei Menschen und Haustieren verantwortlich (KETTLE 1984), davon sechs in Zentraleuropa (TOLDT 1946; WINKLER 1953; KEPKA 1964a): *Neotrombicula autumnalis, N. desaleri, N. japonica, N. zachvatkini, Trombicula toldti* und *Euschoengastia xerothermobia*.

Die häufigste, am weitesten verbreitete und medizinisch wichtigste hierunter ist die Herbstmilbe im engeren Sinn, *Neotrombicula autumnalis*. Von ihr werden vier Subspezies oder Ökotypen beschrieben, denen ein unterschiedliches jahreszeitliches Auftreten zugesprochen wird (KEPKA 1964b, 1965):

N. a. autumnalis: Larvenmaximum im Herbst
N. a. inopinatum: Larvenmaximum im Spätherbst/Frühwinter
N. a. earis: Larvenmaximum im Frühjahr/Sommer
N. a. vernalis: Larvenmaximum im Frühjahr

Das Vorkommen der Trombikuliden ist aber im Wesentlichen auf eine relativ begrenzte Zeitspanne von zwei bis drei Monaten im Spätsommer und Herbst beschränkt (TOLDT 1946). Im Raum Bonn traten die Milben in den letzten drei Jahren jeweils ziemlich genau Mitte Juli auf und waren letztmalig Ende Oktober/Anfang November nachzuweisen (SCHÖLER et al., unveröffentlicht). Die gleiche Aktivitätsperiode wurde in Utrecht ermittelt (VAN BRONSWIJK 1977). Es wird aber auch beschrieben (WILLMANN 1942; TOLDT 1946) und durch glaubwürdige Berichte persönlich Betroffener bestätigt, dass die Larven mancherorts bei schönem Wetter auch schon im Frühjahr, in anderen Regionen sogar während der gesamten Vegetationsperiode zu Belästigungen führen. Insofern ist der verallgemeinernde Name ‚Herbstmilbe' irreführend. Im deutschen Sprachgebrauch findet man – je nach Region – weitere Bezeichnungen, wie Ernte-, Gras-, Heu-, Herbstlaub-, Herbstgras- und Stachelbeermilbe sowie Berg- und Birkenlaus. Hierbei ist zu bedenken, dass die deutschen Benennungen häufig mehrfach vergeben sind. So werden z.B. als Grasmilben auch die Arten der Gattung *Bryobia* angesprochen, die zur Familie der Tetranychidae (Spinnmilben) gehören und ausschließlich Pflanzensäfte saugen. Die bei Trombikulidenbefall auftretende Hautsymptomatik hat im Volksmund ebenfalls verschiedene, z. T. abenteuerliche Namen erhalten: Erntekrätze, Stachelbeerkrankheit, Augustpotzen, Sommerfrieseln, Stoppelblattern oder Beiß/Beiße (oft in Verbindung mit der Lokalität, z.B. Schlernbeiße, Gaadner Beiße, Pasinger Beiß u. a.).

Die Differenzierung der Trombikuliden wird anhand morphologischer Kriterien getroffen (KEPKA 1964b). Mehrfach zeigte sich jedoch, dass die entscheidenden klassisch-biometrischen Merkmale nicht konstant sind und die Identifizierung der Arten und Unterarten unzuverlässig ist (RICHARDS 1950; KEPKA 1964b; VATER 1982; VERCAMMEN-GRANDJEAN & KOLEBINOVA 1985). Die zu fordernde Aufarbeitung der Trombikulidensystematik mit modernen molekularbiologischen Methoden (DNS-Sequenzanalyse) unter Hinzuziehung biologisch-ökologischer Charakteristika wurde bereits in Angriff genommen (KAMPEN et al., unveröffentlicht).

3 Morphologie

Wie alle Spinnentiere besitzen die Trombikuliden acht Beine. Lediglich ihre noch nicht komplett entwickelten Larven zeichnen sich durch den Besitz von drei Beinpaaren aus (Abb. 1). Da bei den Acari der Kopf des ursprünglichen Gliederkörpers mit dem Thorax und dem Abdomen zum sog. Idiosoma verschmolzen ist, ragt am Vorderende der Milben nur das Gnathosoma hervor, das die Mundwerkzeuge und die Palpen trägt. Die stechend-saugenden Mundwerkzeuge der Trombikulidenlarven (Abb. 2) bestehen aus einem Paar kräftiger Chelizeren mit je einem apikalen Zahn. Sie werden bei der Hautpenetration unterstützt von einem Paar Palpen, die mit drei Krallen bewehrt sind. Auf dem Rücken der Larven befindet sich in der vorderen Körperhälfte ein pentagonaler Schild, neben dem beiderseits eine Chitinplatte mit je einem intensiv rot pigmentierten Augenpaar sitzt. Die Körperkutikula ist mäanderartig gestreift (Abb. 3). Der Körper inklusive Rückenschild ist mit Haaren und Borsten (Setae) besetzt, deren Anzahl, Größe, Form und Anordnung für die morphologische Artbestimmung herangezogen wird.

Im nüchternen Zustand sind die Larven der Trombikuliden orangerot. Diese Färbung ist nicht etwa auf Blut zurückzuführen (Blut stellt nämlich keine Nahrungsquelle für die in diesem Stadium sowieso noch nüchternen Larven dar), sondern auf derart reflektierendes Fettgewebe, das als Nahrungsreserve dient (BAUER 1938; JONES 1951). Die Larven sind rund-oval und messen in der Länge etwa 0,2 bis 0,3 mm, in der Breite 0,14 bis 0,22 mm. Vollgesogen sind sie blassgelb und auf nahezu dreifache Größe angeschwollen (Abb. 4). Für das enorme Größenwachstum findet man in der Fachliteratur zwei Theorien. Die erste nimmt an, dass die stark eingefaltete Körperoberfläche, die der Kutikula die wellenartige Streifung verleiht, quasi durch Glättung die nötige Elastizität für die Volumenvergrößerung beim Saugakt bietet (SIXL et al. 1973). Nicht bei den Trombikuliden selbst, sondern bei nahen Ver-

Abb. 1: Larve von *Neotrombicula autumnalis*.

Abb. 2: Mundwerkzeuge einer *Neotrombicula autumnalis*-Larve.

Abb. 3: Rasterelektronenmikroskopische Aufnahme einer saugenden Trombikulidenlarve (Foto: U. MANSKE, Bonn).

Abb. 4: Vollgesogene Larve von *Neotrombicula autumnalis*.

wandten (WOHLTMANN 1999) ist aber auch ein als Neosomie bezeichnetes Phänomen nachgewiesen worden (AUDY et al. 1972), bei dem es während des Saugaktes zu einem Sekundärwachstum der larvalen Kutikula kommt (WOHLTMANN et al. 2001).

Nymphen und Imagines sind von komplett anderem Habitus als die Larven und daher lange nicht als zueinander gehörig erkannt worden. Die Nymphe ist ca. 1 mm, die Imago ca. 2 mm lang. Beide Stadien sind am Rumpf dicht mit gelb-orangen, auffällig langen Fiederhaaren besetzt und weisen in Höhe des dritten Beinpaares eine Einschnürung auf, die den Tieren eine achtförmige Gestalt verleiht (Abb. 5). Die Behaarung ist hydrophob (CKCKINGS 1948) und soll vermutlich ein Luftpolster halten, das im Boden direkten Wasserkontakt mit der Körperoberfläche verhindert (WOHLTMANN et al. 2001).

Obwohl sie zu den prostigmaten Milben gerechnet werden, besitzen die Trombikulidenlarven weder echte Stigmata noch Tracheen. Die Atmung erfolgt über die Haut. Die Zuordnung zur Gruppe der Prostigmata ist dennoch gerechtfertigt, da die nachfolgenden Entwicklungsstadien, Nymphe und Imago, ein gut ausgebildetes Tracheensystem mit Stigmata an der Basis der vorderen Extremitäten besitzen (KRANTZ 1978).

4 Verbreitung und Ökologie

In Europa wurden die Trombikuliden von Skandinavien bis nach Italien und von Großbritannien bis nach Russland nachgewiesen (KEPKA 1965). Während in der Fachliteratur aber immer wieder von regionalen 'Trombikulidenherden' zu lesen ist (z.B. BAUER 1938; RACK 1983), kann davon ausgegangen werden, dass die Milben

Abb. 5: (Deuto)Nymphe von *Neotrombicula autumnalis*.

schon immer sehr viel verbreiteter waren als allgemein angenommen. Lediglich der wissenschaftliche Nachweis fehlte. Vermutlich kommen sie in ganz Zentraleuropa vor (VATER 1982), wenngleich aufgrund ihrer speziellen Anforderungen an das Biotop nicht flächendeckend und in unterschiedlicher Dichte. Dichteunterschiede sind auch in Abhängigkeit von der Höhenlage festzustellen: je höher man ins Gebirge steigt, desto seltener werden die Trombikuliden (KEPKA 1965). Typische Lebensräume sind Gärten, Äcker, Kulturwiesen und Waldränder, wo ihre Larven auf dem Boden, auf Gräsern, auf Kräutern und in seltenen Fällen sogar in niedrigen Regionen von Sträuchern zu finden sind (KEPKA 1965). Eigenen Untersuchungen zufolge präferieren sie aber nicht etwa Grünflächen vor weitgehend unbewachsenen Beeten (SCHÖLER, unveröffentlicht). Kritisch zu betrachten ist die verbreitete Meinung, dass die Milben nur in unmittelbarer Nähe von Gewässern auftreten (z.B. VITZTHUM 1930; PIEKARSKI 1954). Eher das Gegenteil scheint der Fall zu sein: feuchte, staunasse Böden werden nicht besiedelt (KEPKA 1965; VATER 1981). Nichtsdestoweniger ist das Auftreten der Milben an eine hohe relative Luftfeuchtigkeit in Bodennähe (mindestens 78 %; JONES 1950a) gebunden, weshalb die Larven in der Vegetation selten höher als 20 bis 30 cm anzutreffen sind (GASSER & WYNIGER 1955). Von Obstbäumen und anderen hochwachsenden Pflanzen ausgehender Milbenbefall (vgl. BAUER 1938; TOLDT 1946) kann daher ausgeschlossen werden. Ebenso unzutreffend ist die Vermutung, dass sich die Trombikuliden von erhöhten Standorten auf den Wirt fallen lassen (vgl. TOLDT 1946).

Neben der Luftfeuchtigkeit spielt offenbar auch die Azidität des Bodens eine Rolle für das Auftreten von Trombikuliden: optimale Lebensbedingungen soll ein neutraler bis leicht alkalischer pH-Wert des Bodens (7,2 bis 8,5) bieten (KEPKA 1964a). Darüber hinaus ist die Aktivität der Milbenlarven auch temperaturabhängig. Eine entsprechende Luftfeuchtigkeit vorausgesetzt, sind sie bereits bei wenig über 10 °C in der Vegetation nachzuweisen; ihr Aktivitätsoptimum liegt aber bei Temperaturen zwischen 25 und 30 °C (JONES 1950a, 1951). Demzufolge ist die Milbendichte in den Morgenstunden am geringsten und nimmt bis zum späten Nachmittag ständig zu, um danach wieder abzufallen. Zwischen 14 und 18 Uhr erreicht sie üblicherweise ihr Maximum (GASSER & WYNIGER 1955). Bei Untersuchungen in einem bekannten Herbstmilbenfokus wurden zu dieser Tageszeit z. T. mehr als 100 Larven pro Quadratmeter gezählt (GASSER & WYNIGER 1955).

Resümierend kann man feststellen, dass die räumliche Verbreitung der Milben nicht direkt von bestimmten Pflanzengesellschaften, sondern vom Mikroklima abhängig ist, welches seinerseits natürlich auch vom Pflanzenbewuchs mitbestimmt wird (KRETZSCHMAR 1964).

Weiterhin ist die Milbenpopulation an die Verbreitung von Wirten für die Larven gebunden, bei denen es sich in der Mehrzahl der Fälle um Kleinsäuger handelt. VAN BRONSWIJK (1977) fand Trombikulidenlarven am häufigsten auf der Rötelmaus (*Clethrionomys glareolus*) und der Waldmaus (*Apodemus sylvestris*), wo sie hauptsächlich auf der Innenseite der Ohren und um den After herum lokalisiert waren. Die höchste Milbenzahl wurde mit 1100 Individuen an einer Rötelmaus registriert. Wegen der geringen Wirtspezifität ist das Vorkommen der Trombikulidenlarven aber nicht an eine bestimmte Wirtsart gebunden (KEPKA 1965). Schließlich ist diese fehlende Präferenz auch der Grund dafür, dass die Milben häufig an den Menschen geraten. Die Hauptwirte der Larven sind zudem auch für die Ausbreitung der Trombikuliden in neue Gebiete verantwortlich (ANDRÉ 1937). Zusammen mit standortbedingten Faktoren trägt deren Auftreten vermutlich zu dem kleinflächig oft zu beobachtenden, inselartigen Milbenauftreten bei (GASSER & WYNIGER 1955; KRETZSCHMAR 1964; LANE & CROSSKEY 1993). So kann es vorkommen, dass ein Habitat heftig von Milben befallen ist, während ein unmittelbar benachbartes, scheinbar vergleichbares Habitat gänzlich frei von Milben ist (JONES 1950a; KRETZSCHMAR 1964).

Letztendlich sind die ökologischen Präferenzen der Trombikuliden und somit ihre Habitatsansprüche aber noch weitgehend ungeklärt. Derzeit werden mikroklima-

Abb. 6: Entwicklungszyklus der Trombikuliden (nach GOFF et al. 1982, verändert).

tische und bodenkundliche Untersuchungen sowie Kleinsäugerkartierungen durchgeführt, die weitere Aufklärung geben sollen (SCHÖLER et al., unveröffentlicht).

5 Lebenszyklus

Die ontogenetische Entwicklung der Trombikuliden verläuft über drei nahrungsaufnehmende Stadien: Larve, Nymphe und Imago (Abb. 6). Zwischengeschaltet für den Zeitraum einiger Tage bis weniger Wochen sind zwei immobile (calyptostatische) Entwicklungsstadien (Protonymphe = Nymphochrysalis, Tritonymphe = Imagochrysalis), die innerhalb des Integuments des jeweils vorangegangenen Entwicklungsstadiums durchlaufen werden (KRANTZ 1978). In diesen Ruhestadien findet eine kompletter Umbau der inneren Organisation statt, indem ein Großteil der Organe eingeschmolzen und wieder neu aufgebaut wird (WOHLTMANN et al. 2001). Als Deutovum oder Prälarve wird ein weiteres charakteristisches Stadium bezeichnet, bei dem die junge Larve – noch von einer besonderen Membran umhüllt – für einige Tage in der aufgebrochenen Eihülle verharrt (WHARTON & FULLER 1952; LAPAGE 1968).

Die Befruchtung des Weibchens erfolgt an der Erdoberfläche über einen indirekten Spermientransfer, indem das Weibchen Spermatophoren in die Geschlechtsöffnung aufnimmt, die vom Männchen auf das Substrat abgesetzt worden sind (LIPOVSKY et al. 1957; WITTE 1991). Ist die Eireifung abgeschlossen, kommt es in den oberen Schichten (bis etwa 10 cm Tiefe; DANIEL 1961) feuchten, aber gut drainierten Bodens zur Eiablage, wobei das Milbenweibchen nach manchen Autoren (VITZTHUM 1930; MUMCUOGLU & RUFLI 1983; MARTINEZ & DOMMANGET 1986) ein bis zwei Gelege mit mehreren Hundert Eiern produzieren, nach anderen Autoren (EWING 1944; DANIEL 1961; TRAUB & WISSEMAN 1974) die Eier nach und nach einzeln ablegen soll. Für die gleichzeitige Ablage einer großen Anzahl von Eiern an einem Ort spricht das stark konzentrierte Auftreten der Larven im Freiland, dagegen die für die simultane Reifung einer größeren Anzahl von Eiern erforderliche, aber für zoophage Organismen ungewöhnliche Konzentrierung von energiereicher Nahrung. Tatsächlich sind maximal fünf Eier gleichzeitig in einem graviden Weibchen gefunden worden (DANIEL 1961).

Die aus den sphärischen, 0,1 bis 0,2 mm großen Eiern schlüpfenden Larven sind negativ geotaktisch orientiert und wandern alsbald an die Erdoberfläche, um einen Wirbeltierwirt für die nun folgende parasitische Lebensphase der Trombikuliden zu finden.

Auf der Suche nach einem Wirt zeigen die Larven ein ausgesprochen positiv phototaktisches Verhalten. An

Kräutern, Grasbüscheln, Erderhebungen etc. klettern sie dem Licht entgegen und sammeln sich am höchsten Punkt. Hier kommt es aufgrund von thigmotaktischen Reizen untereinander vielfach zur Bildung dichtgepackte Massenansammlungen, sog. „Cluster" (ANDRÉ 1938; JONES 1950a), die aus mehreren hundert Milben bestehen können (GASSER & WYNIGER 1955; GARBEN et al. 1978). Mitunter verharren die Larven auf diese Weise tagelang bis sie schließlich von einem zufällig passierenden Wirbeltier, i. d. R. ein Nager oder ein Kleinvogel, abgestreift werden (GARBEN et al. 1978). Eine aktive horizontale Wanderung zum Wirt findet nicht statt (GARBEN et al. 1978). Auch sind besondere Fernerkennungssysteme bei der Wirtsfindung augenscheinlich nicht vorhanden (JONES 1950b). Untersuchungen zur Sinnesphysiologie der Trombikuliden zeigten, dass die Aktivität wirtsuchender Larven durch den Wechsel der Lichtintensität und -richtung, durch Luft- und Substratbewegungen sowie durch Änderungen der CO_2-Konzentration in der Umgebung gesteuert wird (JENKINS 1948; SASA 1961). Der Wirt selbst wird aber erst bei Kontakt als solcher erkannt (JONES 1950c).

Nach erfolgter Nahrungsaufnahme lösen die vollgesogenen Larven ihre Verankerung in der Wirtshaut und lassen sich zu Boden fallen (TRAUB & WISSEMAN 1974). Hier treten sie in ein Ruhestadium (Protonymphe; Abb. 7) ein, in dem sie eine Metamorphose durchmachen und aus dem sie vier bis sechs Wochen später als Nymphe (Deutonymphe) hervorgehen. Die Nymphe lebt räuberisch im Boden und ernährt sich von anderen Kleinstarthropoden, insbesondere von Collembolen (Springschwänzen) und Insekteneiern (LIPOVSKY 1951). Nach einigen Tagen bis zwei Wochen der Nahrungsaufnahme folgt wiederum eine Ruhephase (Tritonymphe) von ein bis zwei Wochen, in der sich die Imaginalentwicklung vollzieht. Am Ende steht die Häutung zur adulten, geschlechtsreifen Milbe, die eine der Nymphe entsprechende Lebensweise besitzt. Beide Stadien leben edaphisch (bei Trockenheit, Kälte und starkem Regen bis zu 90 cm tief) und kommen nur bei feuchtwarmem Wetter an die Oberfläche (COCKINGS 1948; RICHARDS 1950). Der Nachweis der Bodenstadien gelingt nur, wenn große Volumina an Bodenproben über

Abb. 7: Protonymphe von *Neotrombicula autumnalis*.

Abb. 8: Jahreszeitliches Auftreten der verschiedenen Entwicklungsstadien europäischer Trombikulidenarten (N: (Deuto)Nymphe; I: Imago; V: Ei; L1: nüchterne Larve; L2: vollgesogene Larve; I-XII: Kalendermonate; aus DANIEL 1961).

Berlese-Austreibungsapparaturen oder Flotationsverfahren (Auswaschungen) aufgearbeitet werden (COCKINGS 1948; KEPKA 1965; DANIEL 1969).

Der gesamte Entwicklungszyklus der europäischen Trombikuliden nimmt unter günstigen Bedingungen ca. fünf bis sieben Monate in Anspruch (KEPKA 1965); pro Jahr entsteht dabei eine Generation (JONES 1950a). Andere, tropische Arten entwickeln sich offenbar schneller, so dass bei ihnen auch mehrere Generationen pro Jahr auftreten können (SASA 1961). Unklarheit besteht allerdings immer noch über die Überwinterungsstrategie der einheimischen Trombikuliden. Nach Untersuchungen von DANIELS (1961) ist i. d. R. das Weibchen das überwinternde Stadium, insbesondere in Biotopen mit geringem Pflanzenbewuchs (Weiden, Wiesen, Äcker). Bei diesem Entwicklungszyklus tritt ein Larvenmaximum im Sommer auf (Abb. 8). Offenbar scheint in dicht mit Bäumen und Hecken bewachsenen Biotopen aber auch ein Lebenszyklus von *Neotrombicula autumnalis* zu existieren, bei dem die Larven überwintern, vermutlich hungernd im Boden (GASSER & WYNIGER 1955; DANIEL 1961). Aus dem winterlichen Nachweis von an Kleinsäugern festgesaugten Trombikulidenlarven (ELTON & KEAY 1936; DANIEL 1961; KEPKA 1964a) folgern einige Autoren (z.B. KEAY 1937; WILLIAMS 1944; VAN BRONSWIJK 1977) jedoch, dass die Milben auch am Wirt überwintern können. Die Überwinterung der Trombikuliden im Larvalstadium würde zu zwei Larvenmaxima im Jahr, einem im Frühjahr und einem im Herbst, führen (Abb. 8; DANIEL 1961).

Aufgrund der besonderen Ansprüche der Trombikuliden an das Substrat, das Mikroklima und die Nahrungsquelle ist es bisher nicht gelungen, die einheimischen Arten über längere Zeit im Labor zu züchten. Trotz enormen Aufwands war meist nur die Haltung bis zum Adultstadium möglich (z.B. COCKINGS 1848; JONES 1951; LIPOVSKY 1951); lediglich ein Fall ist bekannt, in dem es gelang, die Spezies *N. zachvatkini* über zwei Generationen zu halten (SIMONOVÁ 1977).

6 Klinik der Trombidiose

Der erste Kontakt einer Trombikulidenlarve mit dem Menschen findet i. d. R. im Fuß- oder Knöchelbereich statt. Wenn hier der Zugang zur Haut durch Kleidungsstücke verwehrt ist, wandert die Milbe solange umher, bis ein Eingang gefunden ist. Dies kann sich über längere Zeit hinziehen und die Bewältigung relativ großer Strecken erfordern. Auch auf der Haut legt die Milbe mitunter größere Wege unbemerkt zurück, bevor sie zum Stich ansetzt. Bei den präferierten Stechorten handelt es sich um Körperregionen, an denen die Luftfeuchtigkeit infolge verstärkter Transpiration höher ist als in der Umgebung (KEPKA 1965; FARKAŠ 1979). Hierzu zählen insbesondere die Regionen ober- und unterhalb der Gürtellinie, die Ränder eng anliegender Kleidungsstücke (Unterwäsche), die Kniekehlen, der proximale Oberschenkelbereich und die Axillarregion (Abb. 9). Möglicherweise hat aber auch die Dicke der Epidermis einen Einfluss auf die Ortswahl der Milben (JONES 1950c). Bei Vögeln, Reptilien, Beuteltieren und Kleinsäugern tropischer Länder sind Trombikulidenlarven sogar in den Nasenhöhlen gefunden worden (NADCHATRAM 1970), so dass hier ein Übergang zum Endoparasitismus vorliegt. Am Zielort angekommen, ritzen die Larven, häufig in unmittelbarer Nähe von Haarfollikeln (Abb. 3; EWING 1944; WINKLER 1953), mit ihren feinen, aber kräftigen Chelizeren das Stratum corneum der Wirtsepidermis auf und injizieren ein Speichelsekret in die Stichwunde, das anästhetisierende, histolytische und antikoagulierende Substanzen enthält. Das epitheliale Gewebe wird aufgelöst und in mehr oder weniger flüssigem Zustand zusammen mit Lymphe aufgenommen (WHARTON & FULLER 1952). Blut ist nur in Ausnahmefällen Bestandteil des Nahrungssaftes (HOFFMANN 1984; LANE & CROSSKEY 1993). Weitere Komponenten des Speichels, saure Mucopolysacharide (VOIGT 1970), kleiden den langsam wachsenden Stichkanal sukzessive aus (SCHUMACHER & HOEPPLI 1963; VOIGT 1970; HASE et al. 1978). Sie erhärten an der Grenze zum noch intakten Gewebe und bilden das sog. Stylostom (syn. Histiosiphon, Abb. 10). Während das Stylostom bei an Arthropoden parasitierenden Trombikulidenarten verzweigt sein kann (PFLUGFELDER 1953/54), wurde bei Vertebraten stets ein durchgehendes, unverzweigtes Stylostom beobachtet (WILLIAMS 1944; VOIGT 1970). Dieses hat einen Außendurchmesser von etwa 50 mm und einen Lumendurchmesser von 7 bis 9 mm. Seine Länge kann bis zu 0,3 mm betragen (WINKLER 1953). Da der Saugvorgang aus alternierenden Phasen von Sezernierung des Speichels und Aufsaugen des Zellsaftes besteht, zeigt das Stylostom ein schubweises Wachstum (VOIGT 1970; HASE et al. 1978). Seine Funktion ist die eines Saugrüssels, der die Nahrungsaufnahme aus tieferen Hautschichten ermöglicht; außerdem dient es der besseren Verankerung am Wirt. Manche ältere Autoren (z.B. TROUESSART 1897; BRANDES 1908; VITZTHUM 1930) schreiben den Trombikulidenlarven mit der sog. Lingua außerdem ein vorstreckbares Saugorgan zu, das bei der Speichelabgabe und der Nahrungsaufnahme beteiligt sein soll. Deren Existenz wurde aber später in Abrede gestellt und konnte auch nie mehr belegt werden (SCHUMACHER & HOEPPLI 1963; VOIGT 1970).

Während die Saugdauer am tierischen Wirt mit bis zu

sechs Tagen angegeben wird, beträgt sie am Menschen selten mehr als sechs bis acht Stunden (HOFFMANN 1984). Hier wird der Saugakt möglicherweise durch scheuernde Kleidung, aktives Kratzen und Hygienemaßnahmen gestört (TOLDT 1946; SY 1986). Manche Autoren äußern im Zusammenhang mit der verkürzten Saugzeit am Menschen jedoch auch Zweifel an der prinzipiellen Eignung des Menschen als Nahrungslieferant für die Milben und berichten von Beobachtungen, nach denen sich die Larven nach Nahrungsaufnahme am Menschen nicht weiterentwickeln konnten (KEPKA 1964a; VATER 1982). Möglicherweise spielen hier immunologische Reaktionen seitens des Wirtes eine Rolle. Diese führt WINKLER (1953) als Grund für seine Beobachtungen an, dass sich Larven nur bei erstmaligem Befall eines menschlichen Wirtes voll saugen konnten, während bei wiederholtem Befall der Saugakt frühzeitig abgebrochen wurde. Im Laborexperiment mit Gerbilen (Wüstenrennmäusen) reichte den Milben eine Saugdauer von zwei bis drei Tagen, um sich weiterentwickeln zu können (KAMPEN et al., unveröffentlicht).

Als Reaktion auf die Stiche setzt einige Stunden bis wenige Tage nach dem Befall ein heftiger Juckreiz ein, der besonders in der nächtlichen Bettwärme kaum zu ertragen ist und bis zu zwei Wochen anhalten kann. Er wird verursacht durch die enzymatische Gewebsauflösung seitens der Milbe sowie durch entzündliche Vorgänge seitens des Wirtes (JONES 1950c; HASE et al. 1978). Das zeitlich verzögerte Einsetzen der Symptomatik erschwert u. a. die Lokalisation der von den Milben befallenen Areale. Begleitend zum Juckreiz bilden sich quaddelartig erhabene Rötungen (Abb. 11), die im Durchmesser mehrere Millimeter messen können (MUMCUOGLU & RUFLI 1983). Da der Befall wegen der Clusterbildung der Larven im Gelände i. d. R. multipel ist, treten die Effloreszenzen meist gruppiert auf. Hierbei ist jeder Stich auf eine andere Milbenlarve zurückzuführen; ein wiederholtes Stechen derselben Larve kommt nicht vor (VITZTHUM 1930). Die Hautrötungen sind zentral häufig intensiver gefärbt, können einen urtikariellen Randsaum besitzen und sich im fortgeschrittenen Stadium blasig aufwölben. Werden die mit Serum und Exsudat gefüllten Bläschen infolge des Juckreizes aufgekratzt, kommt es nicht selten zu bakteriellen Sekundärinfektionen. An den Stichstellen können dann eitrige Bläschen mit druckempfindlichen umgebenden Hautpartien entstehen.

Offenbar werden manche Menschen von Trombikulidenlarven bevorzugt befallen/gestochen, während andere selbst in stark verseuchten Gebieten unbelästigt bleiben (KEPKA 1958). Nach JONES (1950a) könnte das Phänomen

Abb. 9: Prädilektionsstellen bei Trombikulidenbefall des Menschen (aus FARKAŠ 1979).

Abb. 10: Stylostombildung (aus VITZTHUM 1930).

Abb. 11: Erscheinungsbild der Trombidiose (Gürtelbereich).

des unterschiedlichen Befalls von Personen, die sich gleichzeitig in demselben Gebiet aufgehalten haben, mit der extrem kleinflächigen Konzentration der Larven im Freiland zu tun haben. Wahrscheinlich spielt aber auch der Sensibilitätsgrad des Wirtes bei der Art der Stichreaktion eine entscheidende Rolle. So werden pustulöse, papulöse, vesikulöse, krustöse, schorfige, ekzematöse und geschwürig konfluierende Ausprägungen der Hauterscheinungen beschrieben (WINKLER 1953; MUMCUOGLU & RUFLI 1983; JUNG 1989). Solche Unterschiede wurden aber nicht nur bei verschiedenen Personen beobachtet, sondern auch an verschiedenen Körperstellen derselben Person (ZUR STRASSEN 1976). Die immunologischen Vorgänge in der Haut des Wirtes, die als Antwort auf Trombikulidenstiche ablaufen, sind allerdings kaum untersucht (WRIGHT et al. 1988). Es wird von Desensibilisierungsprozessen berichtet, nach denen trotz Milbenbefalls kaum oder keine Hauterscheinungen auftreten (JONES 1950b; KEPKA 1965), ebenso wie von Sensibilisierungsprozessen, infolge derer es bei Wiederbefall offenbar zu verstärkten Reaktionen kommt (WINKLER 1953). DE WIT (1978) registrierte überhaupt keine klinischen Reaktionen im Jahr der erstmaligen Exposition, sondern nur bei Wiederbefall im darauffolgenden Jahr.

7 Diagnostik und Therapie

Voraussetzung für die erfolgreiche Therapie ist eine korrekte Diagnose. Ideal wäre der Nachweis der Milbenlarven selbst, die aber beim Einsetzen der Symptomatik meist längst verschwunden sind. Daher gibt es auch keinen Sinn, zur Behandlung einer vermeintlichen Trombidiose Wirkstoffe mit insektiziden oder akariziden Eigenschaften auf die Haut aufzutragen.

Da die durch Trombikulidenstiche verursachten Hautreaktionen vielfältig und bei Insektenstichen ganz ähnlich sein können, ist es schwierig allein aufgrund der Symptomatik sicher auf einen Trombikulidenbefall zu schließen. Typisch für einen Trombikulidenbefall sind lediglich zahlreiche (nicht selten 30 bis 50) eng beieinanderliegende Stiche an den erwähnten Prädilektionsstellen.

Differenzialdiagnostisch sind ein Befall mit anderen Milbenspezies (z.B. mit der Krätzmilbe *Sarcoptes scabiei*), stationären Ektoparasiten, wie Läusen, bzw. Stiche durch andere temporäre blutsaugende Arthropoden, wie Bettwanzen, Flöhen, Zecken und Mücken, abzuklären. Auch an eine Hypersensibilisierung gegenüber Stoffen chemischen oder pflanzlichen Ursprungs (Wiesendermatitis) ist zu denken.

Die Therapie der Trombidiose kann naturgemäß lediglich in der symptomatischen, juckreizstillenden Behandlung der Hauterscheinungen bestehen. Hier kommen lokale Antipruritusmittel, wie Antihistaminika, bei besonders starkem Juckreiz auch leichte Sedativa oder corticosteroidhaltige Emulsionen in Betracht (MUMCUOGLU & RUFLI 1983). Darüber hinaus scheint der Juckreiz durch Einreiben mit Eichenrinde, Zinkschüttelmixtur (JUNG 1989), 70 %igem Alkohol (SY 1986) oder Franzbranntwein, der mit Menthol versetzt ist (KEPKA 1965), gelindert zu werden. Bei Superinfektionen ist die Applikation antibiotischer Salben angezeigt.

Milbenbefall bei Haustieren kann mit Pyrethrumpulver, Schwefelpulver oder Methylcarbamat behandelt werden. Hier lassen sich die Trombikuliden bei Beginn von Kratzreaktionen auf den Juckreiz noch am Wirt finden.

8 Bekämpfung und Prophylaxe

Von Infestationen durch die Trombikuliden sind vor allem Ausflügler, Gärtner, Land- und Forstarbeiter sowie in besonderem Maße Kinder betroffen. Einen sicheren Schutz vor Milbenbefall kann man ihnen nicht bieten, es sei denn potenzielle Expositionsgebiete werden konsequent gemieden. Diese einfache Maßnahme bedeutet aber i. d. R. ein Verlust an Freizeitqualität bzw. ist aus beruflichen Gründen nicht praktikabel. Um die Wahrscheinlichkeit eines Milbenkontakts zu reduzieren, werden darüber hinaus verschiedene landschaftspflegerische und persönliche Protektionsmaßnahmen angeführt. Wie die Erfahrung zeigt, sind die Empfehlungen in dem einen Befallsareal bzw. bei der einen belästigten Person erfolgreich, während sie woanders kaum oder keine Wirkung zeigen. Ob dies mit den Milben direkt oder mit unsachgemäßer Umsetzung der Empfehlungen zu tun hat, bleibt abzuklären.

Vor der Ergreifung von Maßnahmen, die einen Eingriff in die Natur darstellen, insbesondere kostspieliger Baumaßnahmen oder der Ausbringung giftiger Chemikalien, sollte sichergestellt sein, dass es sich bei den Lästlingen tatsächlich um Trombikulidenlarven handelt. Trombidiose-ähnliche Dermatosen können in Ausnahmefällen nämlich auch durch andere Milben, u. a. durch die Rote Vogelmilbe (*Dermanyssus gallinae*) oder durch Pelzmilben (*Cheyletiella* spec.) verursacht werden (BECK 1996; QADRIPUR & KANT 1996), deren Lebensweisen völlig andere Bekämpfungsmaßnahmen erfordern. Für den Nachweis und das Sammeln von Trombikuliden wurden zahlreiche Techniken ausprobiert (COCKINGS 1948; WHARTON & FULLER 1952). Eine sehr einfache und effektive Metho-

de, um wirtsuchende Larven aus der Vegetation oder vom Erdboden zu fangen, ist die Kachelfangmethode (Abb. 12), bei der weiße/helle Kacheln o. ä. in einem Raster von 0,5 bis 1 Meter Abstand ausgelegt werden (WILLIAMS 1944; HUBERT & BAKER 1963). Die vom reflektierten Licht angezogenen Milben wandern innerhalb weniger Minuten auf die Kacheln und sind dort trotz ihrer Winzigkeit an ihrer flinken Beweglichkeit und der rötlichen Färbung zu erkennen. Mit einem feuchten Pinsel kann man sie in ein Gefäß überführen. Die Identifizierung sollte allerdings Spezialisten vorbehalten werden, denn auch andere Kleinstarthropoden, so auch viele andere Milbenarten, werden mit dieser Methode gefangen.

Eine (ökologisch allerdings höchst bedenkliche) Art der Trombikulidenbekämpfung ist die Behandlung verseuchter Grünanlagen mit Akariziden. Hier kommen Besprühen der bodennahen Vegetation oder Tränken des Bodens, z.B. mit Malathion- oder Pyrethrum/Pyrethroid-Formulierungen, in Betracht. Diese rigorose Methode hat sich im Experiment – auch bei wiederholter Anwendung – allerdings nicht dauerhaft bewährt. Nach anfänglicher Reduzierung der Larvendichte erholt sich die Milbenpopulation innerhalb kürzester Zeit wieder. Die mangelnde Langzeitwirkung ist vermutlich darauf zurückzuführen, dass die Trombikulidenlarven nicht in ihrer Gesamtheit gleichzeitig aus dem Boden kommen, sondern dass sich das Auswandern über längere Zeit erstreckt, so dass die vernichteten Larven durch Neuzuwanderung aus dem Boden ersetzt werden (SY 1986). Bei der Erwägung des Einsatzes von Akariziden sollte neben deren eingeschränkter Wirksamkeit unbedingt der ökologische Aspekt berücksichtigt werden: auch alle für die Humusbildung wichtigen Milben (z.B. Moos- und Hornmilben) sowie zahlreiche bodenbewohnende Insektenarten würden in Mitleidenschaft gezogen werden.

Eher sollten eine vorbeugende Garten- und Landschaftsgestaltung sowie die Verwendung von Repellentien, gegebenenfalls in Verbindung mit entsprechender Schutzkleidung in Erwägung gezogen werden.

In Verbindung mit einer milbenabweisenden Gartengestaltung wird zur Reduktion der Luftfeuchtigkeit in Bodennähe sowie zur Dezimierung von Kleinsäugerpopulationen geraten. Um die Luftfeuchtigkeit in Bodennähe möglichst gering zu halten und den Milben auf diese Weise ungünstige Lebensbedingungen zu bieten, werden regelmäßiges Schneiden und Lichten von Rasen und Gebüschen, Entfernung feuchtigkeitsspeichernder Moospolster und Verzicht auf Mulchen in Beeten empfohlen. Betont wird auch immer wieder die Wichtigkeit der Reduktion von Kleinsäugern (Mäuse, Kaninchen etc.) in der

Abb. 12: Kachelfangmethode.

Grünanlage, da diese für die Milbenlarven die Hauptwirte darstellen und entscheidend zu deren Vermehrung und Verbreitung beitragen. Eigene Untersuchungen zeigten allerdings keine signifikante Korrelation zwischen Milbendichte und Nagerdichte (SCHÖLER et al., unveröffentlicht). Ebenso wenig konnte die Bedeutung von Komposthaufen für die Milbenentwicklung bestätigt werden. Da nicht sachgemäß gepflegte Komposthaufen einerseits oft Nester kleiner Nager, andererseits aber auch eine Vielzahl unterschiedlichster Arthropoden beherbergen, die reichlich Nahrungsquelle für die Nymphen und Adulti der Trombikuliden bieten, wird auf ein fachgerechtes Anlegen und eine korrekte Pflege eines Komposthaufens hingewiesen (GASSER & WYNIGER 1955). Wir konnten in unmittelbarer Nähe von verwilderten Komposthaufen niemals mehr Trombikulidenlarven finden als in anders strukturierten Bereichen derselben Gärten (SCHÖLER et al., unveröffentlicht).

Weiterhin wird geraten, den Auslauf von Hunden und Katzen in bekannten Problemgebieten zu kontrollieren, da diese als Milbenträger entweder die Trombikulidenlarven selbst ins Haus schleppen oder aber gefangene, von Milben befallene Nager in die Wohnung apportieren können (MUMCUOGLU & RUFLI 1983). Einmal festgesaugte Larven nehmen zwar keinen Wirtswechsel mehr vor (VITZTHUM 1930; FUSS & HANSER 1933); bei Körperkontakt mit vermilbten Haustieren ist es aber denkbar, dass noch suchende Larven überwechseln. Sollten suchende Milben in der Wohnung vom Wirt abfallen, ist aufgrund der dort vorhandenen, relativ geringen Luftfeuchtigkeit nicht damit zu rechnen, dass sie über längere Zeit aktiv bleiben und vom Boden aus einen neuen Wirt infestieren können. Andererseits wird jedoch davon abgeraten, durchbroche-

Tab. 1: Zusammenstellung von Literaturhinweisen auf Trombikuliden als Überträger von Krankheitserregern (ausgenommen *Orienta tsutsugamushi*).

Erreger	Krankheit	Überträger	Milben-herkunft	Literatur
Erreger-/Nukleinsäure-Nachweis in Trombikulidenlarven (Freilandfänge)				
Rickettsia spec.	Rickettsiose	*N. autumnalis*	Ukraine	VYSOTSKAJA & ŠLUGER (1953)
Coxiella burnetii (1965),	Q-Fieber	Trombikuliden	Afrika	DANIEL (1961), KEPKA (1965)
Rickettsia conori	Fièvre boutonneuse		Afrika	HOFFMANN (1984)
Rickettsia pavlovskyi	Hämorrhagische Nephrosonephritis		Russland	
Ehrlichia phagocytophila	Ehrlichiose	*N. autumnalis*	Spanien	FERNÁNDEZ-SOTO et al. (2001)
Hantavirus	Hantavirose	Trombikuliden	Texas, USA	HOUCK et al. (2001)
spekulativer Zusammenhang				
FSME-Virus	Enzephalitis	*N. zachvatkini*	Lettland	GRINBERGS (1959)
(FSME?)-Virus	Enzephalitis	*N. autumnalis*	Slowakei	DANIEL (1961)
Laborinfektion				
Coxiella burnetii	Q-Fieber	*N. autumnalis*	?	BLANC et al. (1952)
Coxiella burnetii	Q-Fieber	Trombikulide „Laborunfall"	Äquatorial-Afrika	LE GAC et al. (1953)

ne Wäschekörbe auf möglichen Befallsflächen im Garten abzustellen. Die Milben können auf die Wäsche überlaufen und sollen dort – ausreichende Restfeuchtigkeit der Wäsche vorausgesetzt – bis zu 48 Stunden überlebensfähig sein (STRUPPE 1994). Eine Verschleppung von Trombikulidenlarven durch Pflanzen ist diskutiert (TOLDT 1946), in der Praxis aber nie beobachtet worden (KEPKA 1964a).

Garten-, Feld- und Waldarbeitern ist nahezulegen, dichtes Schuhwerk zu tragen. Sicherheitshalber kann man Schuhe und Beinkleider bis in Kniehöhe zusätzlich noch mit einem Repellent behandeln. Hier sind v. a. Mittel auf der Basis von Dimethylphthalat (DMP), Benzylbenzoat (BB) oder Diethyltoluamid (DEET) zu nennen, die eine Wirksamkeit von vier bis sechs Stunden besitzen (FRANCES 1994). Als effizient hat sich auch Insektenspray mit natürlichem Pyrethrum-Extrakt oder synthetischen Pyrethroiden (z.B. Permethrin, Deltamethrin) erwiesen. Bei leichter bekleideten Personen kann die nackte Haut ebenso mit einem Repellent eingerieben werden. Nicht zu vergessen sind z.B. auch die Beine von Liegestühlen etc. (SY 1986). Eigene Erfahrungen mit doppelseitig klebendem Klebeband, das im Unterschenkel- bzw. Handgelenksbereich um Gummistiefel und Gartenhandschuhe gewickelt wird, waren äußerst positiv (SCHÖLER, unveröffentlicht). Schließlich hilft nach einem Aufenthalt in der Natur zur Milbenzeit eine gründliche Dusche, um einen Großteil der Milben abzuspülen, bevor sie anfangen zu stechen.

9 Trombikuliden als Krankheitsüberträger

Die Frage nach einer möglichen Übertragung von Krankheitserregern durch die Trombikuliden ist wissenschaftlich bislang weitgehend unbearbeitet geblieben. Die einzige, gesichert von Laufmilbenlarven übertragene Krankheit ist das im asiatischen, ozeanischen und südpazifischen Raum vorkommende Tsutsugamushi-Fieber (engl. scrub typhus), das im Zweiten Weltkrieg zu beträchtlichen personellen Ausfällen auf Seiten der alliierten Truppenverbände führte (EWING 1944; PHILIP 1948; SAYERS & HILL 1948). Es wird insbesondere von Arten der Gattung *Leptotrombidium* (z.B. *L. akamushi* und *L. deliense*) übertragen und durch das zu den Rickettsien gehö-

rende Bakterium *Orientia tsutsugamushi* (früher: *Rickettsia tsutsugamushi*) verursacht (TRAUB & WISSEMAN 1974; TAMURA et al. 1995; COOK 1996). Die akut fiebrige Erkrankung zeigt ein äußerst variables klinisches Bild und kann bei schweren Verläufen zum Tode führen (FISCHER et al. 1998).

Für andere Regionen der Welt wurde bislang keine Vektorfunktion der Trombikuliden bekannt, wenngleich hier entsprechende systematische Untersuchungen fehlen. Nichtsdestoweniger sind in der Fachliteratur einige Hinweise zu finden, die eine gründliche Untersuchung der Frage nach dem Vektorpotential rechtfertigen (Tab. 1). So konnten z.B. VYSOTSKAJA & SLUGER (1953) eine nicht weiter bestimmte Rickettsienart aus freilebenden *Neotrombicula autumnalis*-Exemplaren in der Ukraine isolieren. DANIEL (1961), KEPKA (1965) und HOFFMANN (1984) weisen darauf hin, dass außerhalb Europas die Erreger des Q-Fiebers (*Coxiella burnetii*), des Fièvre boutonneuse (*Rickettsia conori*) und der Hämorrhagischen Nephrosonephritis (*R. pavlovskyi*) in Trombikuliden nachgewiesen wurden. GRINBERGS (1959) diskutiert einen Zusammenhang der FSME in der Umgebung von Riga mit dem Vorkommen der Milbenspezies *Neotrombicula zachvatkini*, während DANIEL (1961) eine in der Hohen Tatra (Slowakische Karpaten) vorkommende Enzephalitis, deren nicht weiter spezifizierter Erreger aus Kleinsäugern isoliert werden konnte und normalerweise von Zecken übertragen wird, mit dem Auftreten von *N. autumnalis* in Verbindung bringt. Schließlich konnten BLANC et al. (1952) *N. autumnalis*-Larven experimentell mit *Coxiella burnetii* infizieren, und LE GAC et al. (1953) berichten von einem Laborassistenten, der Q-Fieber bekam, nachdem er mit Trombikulidenlarven aus Äquatorialafrika hantiert hatte.

Neben diesen eher anekdotischen und spekulativen Berichten älteren Datums, die kaum Details enthalten, sind unlängst zwei Untersuchungen publiziert worden, bei denen mit Hilfe der Polymerase-Kettenreaktion (PCR) DNS bzw. RNS potenziell humanpathogener Erreger in Trombikuliden nachgewiesen wurde. Im ersten Fall handelt es sich um den Nachweis Hantavirus-spezifischer RNS in drei nicht weiter klassifizierten Trombikuliden aus Texas, USA, von denen zwei während des Saugaktes von Nagern abgesammelt und eine in einem späteren Entwicklungsstadium aus einer Bodenprobe gewonnen worden waren (HOUCK et al. 2001). Eine Frischinfektion der saugenden Larven an den Nagern war ausgeschlossen worden, nachdem die Nager mit negativem Ergebnis auf anti-Hantavirus-Antikörper und auf Hantavirus-RNS untersucht worden waren. Ebenfalls mit der PCR wurde im zweiten Fall DNS von Organismen der *Ehrlichia phagocytophila*-Genogruppe in zwei Proben zu jeweils zehn wirtsuchenden, nüchternen Larven von *N. autumnalis* aus Spanien gefunden (FERNÁNDEZ-SOTO et al. 2001). In diesen Fällen kann man also davon ausgehen, dass die Erreger nach der Aufnahme durch die Milbenlarven der vorangegangenen Generation nicht verdaut wurden, sondern durch den gesamten Entwicklungszyklus über die nachfolgenden, räuberisch lebenden Stadien mitgeschleppt und schließlich transovariell (vertikal) an die Larven der nächsten Milbengeneration weitergegeben wurden. Diese transovarielle Transmission von Erregern ist bei den Trombikuliden Voraussetzung für eine Vektorfunktion, da sie während ihres gesamten Lebenszyklus' ja nur eine parasitische Phase durchmachen. Zecken z.B., die mehrwirtig sind und in jedem Entwicklungsstadium mindestens einmal Blut saugen, sind besser geeignet als Vektoren, vorausgesetzt der Erreger wird auch transstadial (horizontal) weitergegeben. Nichtsdestoweniger zeigt das Beispiel des Tsutsugamushi-Fiebers, dass eine transovarielle Transmission auch bei Trombikuliden möglich ist (TRAUB & WISSEMAN 1974). In eigenen Infektionsversuchen wurden *Neotrombicula autumnalis*-Larven aus dem Freiland an *Borrelia burgdorferi*-positive Gerbile gesetzt und später mit Hilfe der PCR auf *B. burgdorferi*-DNS untersucht (KAMPEN et al., unveröffentlicht). Während unmittelbar nach dem Abfallen vom Wirt untersuchte Milben positiv waren, konnte in anderen Milben, die sich erst zur Nymphe entwickeln durften, keine Borrelien-Erbsubstanz nachgewiesen werden. Auch in einer Trombikulidenlarve aus dem Freiland, die an einer Maus parasitierte, konnte mit der PCR Borrelien-DNS detektiert werden. Möglicherweise nehmen die Trombikulidenlarven also die Bakterien während der Nahrungsaufnahme aus der Haut eines infizierten Wirtes auf, verdauen sie dann aber. Diese Frage bedarf weiterer Untersuchungen mit größeren Anzahlen von Milben.

Bei den dargestellten Befunden sind zwei Dinge zu beachten: Der Nachweis von Erreger-DNS oder -RNS sagt nichts über den Zustand, die Vitalität oder gar die Infektiosität des Erregers aus. Hier wären Anzüchtungsversuche zu fordern, in denen ein Wachstum und eine Vermehrung der Erreger beobachtet werden kann. Des weiteren bedeutet selbst die Anwesenheit vitaler Erreger in den Milben nicht, dass sie beim Saugen auch übertragen werden. Letztendlich können hier nur Transmissionsversuche Aufklärung geben. Solche sind aber nicht möglich, solange die Trombikuliden im Labor nicht gezüchtet werden können.

Obwohl die Trombikuliden wegen ihrer nur periodisch parasitischen Lebensweise keine idealen Vektoren

sein können, ist für Europa eine Vektorfunktion der Trombikuliden nicht prinzipiell auszuschließen. Denkbar wäre z.B., dass *N. autumnalis* – ähnlich wie *Ixodes ricinus* – bei uns *Borrelia burgdorferi* oder FSME-Viren überträgt, die Transmissionen aber mangels besseren Wissens immer den Zecken zugeschrieben werden. Immerhin können sich ca. 50 % der für *B. burgdorferi* seropositiven Patienten an keinen Zeckenstich erinnern (persönl. Mitteilung Prof. KIMMIG, Stuttgart).

Trotz der im Einzelfall weitreichenden Folgen der Trombidiose, die sozialpolitische Aspekte, wie Verlust an Freizeitqualität, Nachbarschaftsstreitigkeiten und Hausverkauf, sowie auch Fehltherapien (bis hin zur Behandlung neurologischer Erkrankungen) einschließen, sind die Trombikuliden nach wie vor weitgehend unbekannte Wesen. Weitere Daten zu ihrer Biologie und Ökologie sind unbedingt erforderlich, um gezielt und umweltverträglich gegen sie vorgehen zu können. Vorerst wird man sich damit behelfen müssen, Befallsflächen zu entsprechenden Jahreszeiten zu meiden und persönliche Protektionsmaßnahmen zu ergreifen.

10 Zusammenfassung

Aus nicht bekannten Gründen nimmt die Belästigung durch die Herbstmilbe *Neotrombicula autumnalis* und verwandte Laufmilbenarten seit einigen Jahren in Mitteleuropa beträchtlich zu. Im Larvalstadium machen diese Milben eine parasitische Phase durch, in der sie im Zuge der Nahrungsaufnahme Menschen und anderen Wirbeltieren fürchterlich juckende Stiche zufügen. Trotz des z. T. enormen Leidensdruckes in der Bevölkerung wird die Erforschung der Trombikuliden seit Jahrzehnten vernachlässigt. Daher ist das aktuelle Wissen zu ihrer Biologie und Ökologie äußerst lückenhaft und muss kritisch betrachtet werden. Derzeit können weder typische Habitate definiert noch effektive Bekämpfungsmaßnahmen empfohlen werden. Asiatische Trombikulidenarten sind seit langem als Überträger des Tsutsugamushi-Fiebers, einer humanpathogenen Rickettsiose, bekannt. In Mitteleuropa gelten die Laufmilben zwar nicht als Vektoren, sind aber als solche nicht prinzipiell auszuschließen, da wissenschaftlich-systematische Untersuchungen fehlen.

Schlüsselwörter: Trombiculidae, Trombidiose, *Neotrombicula autumnalis*, Ektoparasiten, Ökologie, Lebenszyklus, Krankheitsübertragung.

11 Literatur

ANDRÉ M. (1937): Sur l'apparition brusque des aoûtats ou rougets. — Bull. Mus. Nat. Hist. Nat. Paris **9** (2e sér.): 379-383.

ANDRÉ M. (1938): Quelques observations sur la larve du *Thrombicula autumnalis* SHAW, à l'état de vie libre. — Bull. Soc. Zool. France **63**: 45-47.

AUDY J.R., RADOVSKY F.J. & P.H. VERCAMMEN-GRANDJEAN (1972): Neosomy: radical intrastadial metamorphosis associated with arthropod symbiosis. — J. Med. Entomol. **9**: 487-494.

BAUER H. (1938): Beitrag zur Verbreitung der Trombidiose in Deutschland. — Dtsch. Med. Wschr. **31**: 1115-1116.

BECK W. (1996): Tierische Milben als Epizoonoseerreger und ihre Bedeutung in der Dermatologie. — Hautarzt **47**: 744-748.

BLANC G., JOYEUX C. & J. BRUNEAU (1952): Observations sur les larves de *Trombicula autumnalis* (SHAW) dans le centre de la France. Recherches sur leur role possible dans la transmission de la maladie de Derrick-Burnet (Q-Fever). — Arch. Inst. Pasteur Maroc **4**: 314-325.

BRANDES G. (1908): Die Erntemilbe und ihr Saugrüssel. — Z. Naturwiss. **80**: 302-304.

BRENNAN J.M. & M.L. GOFF (1977): Keys to the genera of chiggers of the western hemisphere (Acarina: Trombiculidae). — J. Parasitol. **63**: 554-566.

VAN BRONSWIJK J.E.M.H. (1977): Chigger infestation of a nineteenth century fortress near Utrecht, The Netherlands (Acari: Trombiculidae). — Int. J. Acarol. **3**: 27-36.

COCKINGS K.L. (1948): Successful methods of trapping *Trombicula* (Acarina) with notes on rearing *T. deliensis*, WALCH. — Bull. Entomol. Res. **39**: 281-296.

COOK G. (1996): MANSON's Tropical Diseases, 20th edition. — W.B. Saunders, London: 808-810.

DANIEL M. (1961): The bionomics and developmental cycle of some chiggers (Acariformes, Trombiculidae) in the Slovak Carpathians. — Čs. Parasitol. **8**: 31-118.

DANIEL M. (1969): Sammelmethoden für Herbstgrasmilben (*Neotrombicula autumnalis*). — Angew. Parasitol. **10**: 224-228.

ELTON C. & G. KEAY (1936): The seasonal occurrence of harvest mites (*Trombicula autumnalis* SHAW) on voles and mice near Oxford. — Parasitology **28**: 110-114.

EWING H.E. (1944): The trombiculid mites (chigger mites) and their relation to disease. — J. Parasitol. **30**: 339-365.

FARKAŠ J. (1979): Zur Prädilektionslokalisation der Erscheinungen der Trombidiose. — Dermatol. Monatsschr. **165**: 858-861.

FERNÁNDEZ-SOTO P., PÉREZ-SÁNCHEZ R. & A. ENCINAS-GRANDES (2001): Molecular detection of *Ehrlichia phagocytophila* genogroup organisms in larvae of *Neotrombicula autumnalis* (Acari: Trombiculidae) captured in Spain. — J. Parasitol. **87**: 1482-1483.

FISCHER B.P., MÜLLER A., STRAUB R., SCHNEIDER H.T. & E.G. HAHN (1998): Tsutsugamushi-Fieber – Seltene Rickettsiose nach Aufenthalt auf den Philippinen. — Dtsch. Med. Wschr. **123**: 562-566.

FRANCES S.P. (1994): Response of a chigger, *Eutrombicula hirsti* (Acari: Trombiculidae), to repellent and toxicant compounds in the laboratory. — J. Med. Entomol. **31**: 628-630.

FUSS S. & R. HANSER (1933): Über Trombidiosis. — Arch. Dermatol. Syph. **167**: 644-658.

LE GAC P. et al. (1953): zitiert in DANIEL (1961).

GARBEN A.E.M., VAN BRONSWIJK J.E.M.H. & T. VAN EBBENHORST-TENGBERGEN (1978): Distribution and dispersal of the chigger *Neotrombicula autumnalis* (SHAW 1790) (Trombiculidae: Acari). Part I: The behaviour of the unfed and feeding larvae. — Neth. J. Zool. **28**: 193-205.

GASSER R. & R. WYNIGER (1955): Beitrag zur Kenntnis der Verbreitung und Bekämpfung der Trombiculiden, unter spezieller Berücksichtigung von *Trombicula autumnalis* SHAW. — Acta tropica **12**: 308-326.

GOFF M.L., LOOMIS R.B., WELBOURN W.C. & W.J. WRENN (1982): A glossary of chigger terminology (Acari: Trombiculidae). — J. Med. Entomol. **19**: 221-238.

GRINBERGS A.R. (1959): Krasnotelki *Trombicula zachvatkini* SCHLUG. kak vozmožnyj epidemiioločeskij faktor v Latvijskoj SSR. — Des. sovešč. po parazitol. probl. i prirodnoočag. bolez., fasc. **2**: 59.

HASE T., ROBERTS L.W., HILDEBRANDT P.K. & D.C.CAVANAUGH (1978): Stylostome formation by *Leptotrombidium* mites (Acari: Trombiculidae). — J. Parasitol. **64**: 712-718.

HOFFMANN G. (1984): Milbenbefall bei Menschen und Haustieren (II). — Pharm. Rundschau **9/84**: 48-53.

HOUCK M.A., QIN H. & H.R. ROBERTS (2001): Hantavirus transmission: potential role of ectoparasites. — Vect. Borne Zoon. Dis. **1**: 75-79.

HUBERT A.A. & H.J. BAKER (1963): Studies on the habitats and populations of *Leptotrombidium akamushi* and *L. deliense* in Malaya (Acari, Trombiculidae). — Am. J. Hyg. **78**: 131-142.

JENKINS D.W. (1948): Trombiculid mites affecting man. II. Control of larval behavior for disease transmission. — Am. J. Hyg. **48**: 36-44.

JONES B.M. (1950a): A method for studying the distribution and bionomics of trombiculid mites (Acarina: Trombidiidae). — Parasitology **40**: 1-13.

JONES B.M. (1950b): The sensory physiology of the harvest mite *Trombicula autumnalis* SHAW. — J. Exp. Biol. **27**: 461-494.

JONES B.M. (1950c): The penetration of the host tissue by the harvest mite, *Trombicula autumnalis* SHAW. — Parasitology **40**: 247-260.

JONES B.M. (1951): The growth of the harvest mite, *Trombicula autumnalis* SHAW. — Parasitology **41**: 229-248.

JUNG E.G. (1989): Dermatologie. — Hippokrates-Verlag, Stuttgart: 157.

KEAY G. (1937): The ecology of the harvest mite (*Trombicula autumnalis*) in the British Isles. — J. Anim. Ecol. **6**: 23-35.

KEPKA O. (1958): Ein Beitrag zur Systematik, Ökologie und Verbreitung von *Euschöngastia xerothermobia* WILLMANN 1942 (Acari: Trombiculidae, U.-Fam. Trombiculinae). — Z. Parasitenk. **18**: 224-248.

KEPKA O. (1964a): Die Trombiculinae (Acari, Trombiculidae) in Österreich. — Z. Parasitenk. **23**: 548-642.

KEPKA O. (1964b): Zur Taxonomie der Formen von *Neotrombicula (N.) autumnalis* (SHAW 1790), (Acari, Trombiculidae). — Z. zool. Syst. Evol. Forsch. **2**: 123-173.

KEPKA O. (1965): Die Herbstmilbe (*Neotrombicula autumnalis*). — Angew. Parasitol. **6**, Merkblatt Nr. 12 über angewandte Parasitenkunde und Schädlingsbekämpfung: 1-13.

KETTLE D.S. (1984): Medical and Veterinary Entomology. — Croom Helm, London & Sydney: 380-382.

KRANTZ G.W. (1978): A Manual of Acarology, 2nd Edition. — Oregon State University Book Stores Inc., Oregon State University, Corvallis, Oregon, USA: 278-281.

KRETZSCHMAR K. (1964): Beobachtungen über Herbstmilben (*Trombicula autumnalis* SHAW) in Kleingartenanlagen. — Wiss. Z. Humboldt-Univ. Berlin (Math.-Nat. Reihe) **13**: 95-98.

LANE R.P. & R.W. CROSSKEY (1993): Medical Insects and Arachnids. — Chapman & Hall, London: 644-647.

LAPAGE G. (1968): Veterinary Parasitology, 2nd edition. — Oliver & Boyd, Edinburgh, London: 768-771.

LIPOVSKY L.J. (1951): Collembola as food for chiggers. — J. Parasitol. **37**: 324-326.

LIPOVSKY L.J., BYERS G.W. & E.H. KARDOS (1957): Spermatophores – The mode of insemination of chiggers (Acarina: Trombiculidae). — J. Parasitol. **43**: 256-262.

MARTINEZ M. & J.-L. DOMMANGET (1986): L'aoûtat: un ennemi saisonnier de l'homme et des animaux domestiques. — Phytoma **7+8/86**: 13-15.

MUMCUOGLU Y. & T. RUFLI (1983): Dermatologische Entomologie. — perimed Fachbuch-Verlagsgesellschaften, Erlangen: 158-164.

NADCHATRAM M. (1970): A review of intranasal chiggers with descriptions of twelve species from East New Guinea. — J. Med. Entomol. **7**: 1-29.

QADRIPUR S.A. & U. KANT (1996): Cheyletiellose – Eine lokalisierte Prurigo bei Menschen wird durch Tiermilben ausgelöst. — Dtsch. Ärztebl. **93**: C587-C588.

PFLUGFELDER O. (1953/54): Über eigenartige Abwehrreaktionen bei Milbenbefall. — Mikrokosmos **43**: 169-171.

PHILIP C.B. (1948): Tsutsugamushi disease (scrub typhus) in World War II. — J. Parasitol. **34**: 169-191.

PIEKARSKI G. (1954): Lehrbuch der Parasitologie. — Springer Verlag, Berlin, Göttingen, Heidelberg: 507-512.

RACK G. (1983): Die Herbstmilbe, *Neotrombicula autumnalis* (SHAW, 1790). — Der prakt. Schädlingsbekämpfer **35**: 181-183.

RICHARDS W.S. (1950): The distribution and biology of the harvest mite in Great Britain (Trombiculidae, Acarina). — Parasitology **40**: 118-126.

SASA M. (1961): Biology of chiggers. — Ann. Rev. Entomol. **6**: 221-244.

SAYERS M.H.P. & I.G.W. HILL (1948): The occurrence and identification of the typhus group of fevers in South East Asia Command. — J. R. Army Med. Corps **90**: 6-22.

SCHUHMACHER H.H. & R. HOEPPLI (1963): Histochemical reactions to trombiculid mites, with special reference to the structure and function of the stylostome. — Z. Tropenmed. Parasitol. **14**: 192-208.

SIMONOVÁ V. (1977): Laboratory culturing of chiggers (Acarina: Trombiculidae). — Folia Parasitol. **24**: 285-288.

SIXL W., JAKOPIĆ E. & H. WALTINGER (1973): Rasterelektronenmikroskopische Untersuchungen bei Trombiculiden Milben – I. *Ascoschöngastia latyshevi*-Larven. — Mikroskopie **29**: 187-191.

STORCH V. & U. WELSCH (1997): Systematische Zoologie. 5. Aufl. — Spektrum Akad. Verlag/Gustav Fischer, Heidelberg.

ZUR STRASSEN R. (1976): Die Herbstmilbe, eine lokal ernst zu nehmende Plage. — Der prakt. Schädlingsbekämpfer **28**: 58-60.

STRUPPE T. (1994): Untersuchungen zur Milbensituation in Siegen und Erarbeitung von Problemlösungen. — Studie im Auftrag der Stadt Siegen.

SY M. (1986): Über die Herbstmilbe – *Neotrombicula autumnalis* (SHAW) – und Versuche zu ihrer Bekämpfung. — Bundesgesundheitsbl. **29**: 237-243.

TAMURA A., OHASHI N., URAKAMI H. & S. MIYAMURA (1995): Classification of *Rickettsia tsutsugamushi* in a new genus, *Orientia* gen. nov., as *Orientia tsutsugamushi* comb. nov. — Int. J. Syst. Bacteriol. **45**: 589-591.

TOLDT K. (1946): Neuere Betrachtungen über *Trombicula*-Herde und Trombidiose-Epidemien in Mitteleuropa mit besonderer Berücksichtigung der österreichischen Alpenländer. — Ber. naturwiss.-med. Ver. Innsbruck **47**: 53-71.

TRAUB R. & C.L. WISSEMAN Jr. (1974): The ecology of chigger-borne rickettsiosis (scrub typhus). — J. Med. Entomol. **11**: 237-303.

TROUESSART E.L. (1897): Note sur l'organe de fixation et de succion du Rouget. — Bull. Soc. Entomol. France **4**, 97-102.

VATER G. (1981): Die Erntemilbe *Neotrombicula autumnalis* im Gebiet von Leipzig. — Angew. Parasitol. **22**: 32-38.

VATER G. (1982): Zur geographischen Verbreitung der Erntemilbe *Neotrombicula autumnalis* (Acari: Trombiculidae). — Zool. Jb. Syst. **109**: 329-356.

VERCAMMEN-GRANDJEAN P.H. & M.G. KOLEBINOVA (1985): Revision of *Neotrombicula* complex (Acarina, Trombiculidae). — Acta Zool. Bulg. **29**: 65-77.

VITZTHUM H. Graf (1930): Systematische Betrachtungen zur Frage der Trombidiose. — Z. Parasitenk. **2**: 223-247.

VOIGT B. (1970): Histologische Untersuchungen am Stylostom der Trombiculidae (Acari). — Z. Parasitenk. **34**: 180-197.

VYSOTSKAJA S.O. & E.G. ŠLUGER (1953): Licinki krasnotelokparazity gryzunov Leningradskoj oblasti. — Parazitol. sbornik **15**: 345-352.

WHARTON G.W. & H.S. FULLER (1952): A manual of the chiggers: the biology, classification, distribution, and importance to man of the larvae of the family Trombiculidae (Acarina). — Mem. Ent. Soc. Wash. **4**: 1-185.

WILLIAMS R.W. (1944): A contribution to our knowledge of the bionomics of the common North American chigger, *Eutrombicula alfreddugesi* (OUDEMANS), with a description of a rapid collection method. — Am. J. Trop. Med. **26**: 243-250.

WILLMANN C. (1942): Zwei neue Trombidioseerreger aus der Steiermark. — Z. Parasitenk. **12**: 639-644.

WINKLER A. (1953): Neue Ergebnisse in der Trombidioseforschung. I. Mitteilung. — Hautarzt **4**: 135-138.

DE WIT R.F.E. (1978): Trombidiose in Nederland, een „nieuwe" parasitose. — Diss. Utrecht, Holland.

WITTE H. (1991): Indirect sperm transfer in prostigmatic mites from a phylogenetic viewpoint. — In: SCHUSTER R. & P.W. MURPHY (Eds.): The Acari: Reproduction, Development and Life History Strategies, Academia Verlag, Prag: 171-182.

WOHLTMANN A. (1999): Life history evolution in Parasitengonae (Acari: Prostigmata): constraints on number and size of offspring. — In: BRUIN J., VAN DER GEEST L.P.S. & M. SABELIS (Eds.): Evolution and Ecology of Acari, Kluwer Academic Publ., Dordrecht: 137-148.

WOHLTMANN A., WITTE H. & R. OLOMSKI (2001): Organismal patterns causing high potential for adaptive radiation in Parasitengonae (Acari: Prostigmata). — In: HALLIDAY R.B., WALTER D.E., PROCTOR H.C., NORTON R.A. & M.J. COLLOFF (Eds.): Acarology: Proc. 10th Int. Congr., Melbourne 2001: 83-99.

WRIGHT S.M., WIKEL S.K. & W.J. WRENN (1988): Host immune responsiveness to the chigger, *Eutrombicula cinnabaris*. — Ann. Trop. Med. Parasitol. **82**: 283-293.

Anschrift des Verfassers:

Dr. rer. nat. Helge KAMPEN
Institut für Medizinische Parasitologie
Universität Bonn
Sigmund-Freud-Str. 25
D-53105 Bonn
Deutschland
E-mail: hkampen@parasit.med.uni-bonn.de